

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-9443

(P2000-9443A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 11/24	C 2 F 0 6 5
H 0 1 L 21/66		H 0 1 L 21/66	J 4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-176935

(22) 出願日 平成10年6月24日 (1998.6.24)

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1

(72) 発明者 近藤 教之

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1 大日本スクリーン

製造株式会社内

(74) 代理人 100093056

弁理士 杉谷 勉

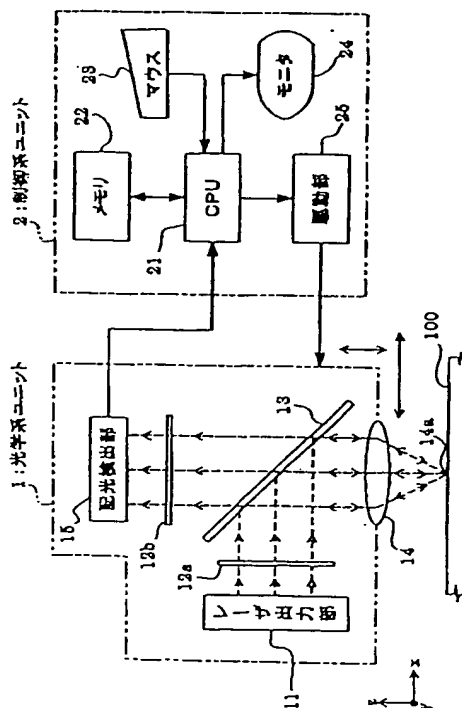
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状測定方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 微細なパターンを正確に測定することができる形状測定方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 レーザ出力部11から出力されたレーザ光は、基板100上に設定された対物レンズ14の焦点14aに集光される。集光されたレーザ光は、焦点14a付近で反射する。この反射による空間内の各方向への光度分布である配光はパターンの形状に依存する。配光検出部15は、この配光を検出する。CPU21は、焦点14aが基板100に形成されたパターンを横切るように移動する際に、逐次検出される検出配光データ群を収集する。既知の形状から理論的に求められた複数の理論配光データ群の中から、収集された検出配光データ群に最も近似する理論配光データ群を求める。この理論配光データ群に基づく既知の形状を、基板100に形成されたパターンの形状として確定する。



させることで、基板69上に形成されたパターンの形状を測定することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような構成を有する従来例の場合には、次のような問題がある。従来例のように、測定装置における測定光の波長が基板上に形成されるパターンに対して十分に短い波長であれば、幾何光学上そのパターンで回折する回折波については無視することができる。したがって、上述したレーザ顕微鏡などのように、基板上で反射したレーザ光の受光量が最大になるように、基板と第1の対物レンズとの距離(Z方向)を調節するとともに、水平面内でレーザ顕微鏡を走査させることで、その各移動量からパターンの幅や高さなどを求めて、パターンの形状を測定していた。

【0006】しかし、近年、半導体ウエハ上に形成されるパターンは、非常に微細化され始めており、その微細なパターンは、上述した測定光の波長に対して、同等またはそれ以下の大きさで形成されている。その微細なパターンを従来のレーザ顕微鏡などの測定装置を用いて測定すると、基板上のパターンで生じる回折波や遮断周波数などの影響により、パターンの形状を正確に測定することができなくなるとい問題がある。

【0007】また、走査形電子顕微鏡(SEM)や走査形トンネル顕微鏡(STM)などの測定装置によって、上述した微細なパターンを測定することもできる。しかし、微細なパターンの形状等の測定は、例えば半導体製造プロセスにおいて多数回行なわれる重要な検査工程であり、SEMなどの装置は非常に高価であるとともに、その使用手順や装置規模が大がかりなもので、製造工程内にそれらを配備することは製造コストの上昇、スループットの低下の原因になるという問題がある。さらに、SEMにおいては、非破壊検査・測定が行えないという問題もある。

【0008】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、比較的安価な装置で、微細なパターンを正確に測定することができる形状測定方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。すなわち、請求項1に記載の発明は、基板上に形成されたパターンの形状を測定する形状測定方法であって、光源から出力された所定の測定光を前記基板上に集光する過程と、前記集光された測定光が前記基板上で反射することによって生じる、空間内の各方向への光度分布である配光を検出する過程と、前記集光された測定光と前記基板とを前記測定光が前記パターンを横切るように相対的に移動させる過程と、前記移動に伴って逐次検出される前記配光の集合である検出配光データ群を記憶する過程

と、既知の形状のパターンから求められる前記配光の集合である基準配光データ群を、複数の既知の形状のパターンのそれぞれについて求める過程と、前記複数の基準配光データ群の中から、前記検出配光データ群に近似する基準配光データ群を求める過程と、前記検出配光データ群に近似する基準配光データ群に対応するパターンの既知の形状に基づいて、前記基板上に形成されたパターンの形状を確定する過程とを備えることを特徴とするものである。

10 【0010】請求項2に記載の発明は、基板上に形成されたパターンの形状を測定する形状測定装置であって、所定の測定光を出力する光源と、前記光源から出力された測定光を前記基板上に集光する集光手段と、前記集光手段によって集光された測定光が前記基板上で反射することによって生じる、空間内の各方向への光度分布である配光を検出する配光検出手段と、前記集光手段によって集光された測定光と前記基板とを前記測定光が前記パターンを横切るように相対的に移動させる移動手段と、前記移動手段による移動に伴って前記配光検出手段で逐次検出される前記配光の集合である検出配光データ群を記憶する記憶手段と、既知の形状のパターンから求められる前記配光の集合である基準配光データ群を、複数の既知の形状のパターンのそれぞれについて求める基準配光取得手段と、前記基準配光取得手段で求められた複数の基準配光データ群の中から、前記記憶手段に記憶された検出配光データ群に近似する基準配光データを求める近似データ演算手段と、前記近似データ演算手段によって求められた基準配光データに対応するパターンの既知の形状に基づいて、前記基板上に形成されたパターンの形状を確定する確定手段とを備えることを特徴とするものである。

20 【0011】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の形状測定装置において、前記光源から配光検出手段までの光路の途中に測定光を偏光する偏光手段を備えるものである。

30 【0012】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の形状測定装置において、前記配光検出手段は、前記偏光手段によってP偏光された測定光に基づくP偏光配光を検出するとともに、前記偏光手段によってS偏光された測定光に基づくS偏光配光を検出するものである。

【0013】

40 【作用】請求項1に記載の発明の作用は次のとおりである。光源から出力された測定光は、基板上に集光される。集光された測定光は、基板上で反射する。この反射による空間内の各方向への光度分布、すなわち配光はパターンの形状に依存する。基板上に形成されたパターンを横切るように、集光された測定光と基板とを相対的に移動させ、基板からの配光の集合である検出配光データ群を記憶する。複数の既知の形状のパターンについて各々求められた複数の基準配光データ群の中から、検出配

わせて表示されている。マウスカーソル5は、マウス23の動きに連動して画面上を移動するとともに、マウス23に備える図示しないボタンをクリックすることで、マウスカーソル5が重ねられた部分の所定の命令を指示するものである。

#### 【0025】ステップS2（初期設定）

オペレータは、キャリブレーション用基板を形状測定装置の図示しない載置台上に載置する。さらに、オペレータは、初期画面40を観察しながらマウスカーソル5を移動させて、キャリブレーション命令41を指示する。キャリブレーション命令41が指示されると、CPU21は、レーザ出力部11からレーザ光を出力して、キャリブレーション用基板で反射して得られるレーザ光の配光を検出する。この検出された配光を校正用検出配光データとして収集し、この校正用検出配光データに基づいて校正を行なう。

【0026】オペレータは、基板100に形成されるパターン9の形状に相当するモデルを選択するために、初期画面40のモデル設定命令42を指示する（図4（a）参照）。CPU21は、モデル設定命令42が指示されると、図4（b）に示すモデル設定画面45をモニタ24に表示する。

【0027】モデル設定画面45には、モデル1～nが表示される。モデル1～nは、フォトリソグラフィ工程などで基板100に形成されたと推定される微細なパターンの断面形状に相当するものである。図4（b）のモデル設定画面45では、モデル1～4だけが表示されているが、マウスカーソル5によってスクロールバー46を上下に移動させることにより、モデル設定画面45内の表示を上下方向にスクロールさせて、モデル1～n内のいずれかのモデルをモデル設定画面45に表示させることができる。

【0028】例えば、モデル設定画面45に表示されるモデル1は、基板100上に形成されたパターンが、角度 $\theta$ 、高さ $h$ の段差を持つ断面形状であることを示すものである。また、モデル3は、幅 $w$ 、深さ $h$ 、角度 $\theta$ の溝形の断面形状であることを示すものである。さらに、モデル4は、幅 $w$ 、高さ $h$ 、角度 $\theta$ の凸形の断面形状であることを示すものである。なお、幅 $w$ 、高さ又は深さ $h$ 、角度 $\theta$ は、パターンの形状を特定するための要素である。このステップS2では、基板100上に形成されたパターン9の断面形状を指示する。

【0029】基板100に例えばモデル3に示す断面形状のパターンが形成されていると推定される場合、オペレータは、マウスカーソル5によってモデル3を指示する。モデル3が指示されると、CPU21は再び初期画面40を表示する。さらに、オペレータは、パターン9の断面形状を測定するため、測定開始命令43を指示する。

【0030】ステップS3（配光データを測定）

CPU21は、測定開始命令43が指示されると、光学系ユニット1に測定開始を指示するとともに、駆動部25に光学系ユニット1の移動を指示する。光学系ユニット1は、基板100上にレーザ光を集光させて、その基板100で反射して生じた配光を、配光検出部15で検出する。このとき、駆動部25によって光学系ユニット1は、所定の距離を所定の速度で移動する。CPU21は、配光検出部15で検出される配光を検出配光データとして、所定間隔ごとにメモリ22に記憶する。

10 【0031】例えば、図5に示すような溝形の断面形状のパターンが基板100上に形成されている場合、レーザ光が集光される焦点14aは、光学系ユニット1の移動とともに所定の距離である、測定位置X1から測定位置Xnの間を移動する。なお、測定位置X1は、例えば溝形の断面形状のパターンの中央から距離 $l$ の位置に設定される。なお、この測定位置X1は、例えば基板100に形成されたアライメントマークや、基板100の端面を基準にすることもできる。

20 【0032】CPU21は、焦点14aが測定位置X1から測定位置Xn間を移動している間、焦点14a付近で反射して生じる配光を検出配光データとして所定の間隔で収集する。その結果、測定位置X1、X2、 $\dots$ 、Xn-1、Xnにおける検出配光データ（以下、複数の検出配光データ全体を示す場合には、単に「検出配光データ群Rr」と呼ぶ）を収集することができる。ここで、焦点14a付近で生じる配光とは、焦点14aで生じる配光と、焦点14aの近傍で生じる配光とを含むものである。

30 【0033】各測定位置X1～Xnで各々検出される各検出配光データを図6に示す。図6に示す各検出配光データは、配光曲線で示されている。この配光曲線は、焦点14aで反射されたレーザ光の焦点14aを中心として、空間内の各方向への光度分布を、方向の関数として示した曲線であり、焦点14aを原点とする極座標で表されている。以下、メモリ22に収集される検出配光データは、極座標で表された配光曲線として説明する。なお、配光曲線は、上述した極座標で表されるもののほか、配光検出部15の全体で捉えられる光度分布を、横軸を各受光素子の位置に、縦軸をその各受光素子で検出される光度に対応させる座標系で表すこともできる。

40 【0034】図6に示された例えば測定位置X1での検出配光データに基づく配光曲線60は、ほぼ半円形をしている。これは、焦点14aがある基板100上に凹凸のパターンがない単なる平面であることを示している。また、測定位置X3は焦点14aがパターンに近接する位置である。この測定位置X3における焦点14a付近で反射して生じる配光曲線61（図6参照）は、基板100上に形成されたパターン9の形状と、焦点14aの位置とに応じて、その配光曲線61が変形している。また、測定位置X3～Xn-1における配光曲線も同様に、

11

定結果画面80を観察することで、基板100に形成された微細なパターンの断面形状を把握する。

【0045】ステップS6(終了?)

さらに、他のパターンの断面形状を測定する場合には、上述したステップS2~S6を繰り返し行なう。他のパターンを測定しない場合には、処理を終了する。

【0046】上述した装置によれば、基板100上で反射したレーザ光(測定光)の空間内における各方向への光度分布を検出することで、基板100に形成された微細なパターンの断面形状を測定している。つまり、従来の形状測定装置であるレーザ顕微鏡などの測定方法とは、全く異なる測定方法を利用することによって、従来の装置よりも簡単な構成で、かつ、従来の装置では測定することができなかった微細なパターンを測定することができる。また、複数の既知の形状のパターンから理論的に求めた複数の理論配光データ群の中から、測定によって得られた検出配光データ群に最も近似する理論配光データ群を求め、さらに、この理論配光データ群に基づくパターンの形状を特定する要素を、その求められた理論配光データ近傍の理論配光データに基づくパターンの形状を特定する要素によって補間しているため、基板100に形成されたパターンの形状をより正確に求めることができる。

【0047】<第2実施例>次に、図9を用いて第2実施例について説明する。図9は、第2実施例に係る形状測定装置を示すブロック図である。上述した第1実施例と共通する部分については、同一符号を付し、その説明を省略する。なお、図9に示すように、第2実施例の形状測定装置は、第1実施例の形状測定装置の第2偏光板12bの代わりに、測定光をP偏光およびS偏光に偏光する偏光ビームスプリッター18を備えるものである。

【0048】偏光ビームスプリッター18は、ハーフミラー13を通過してきたレーザ光の配光をP偏光するとともに、S偏光するものである。例えば、偏光ビームスプリッター18を透過して、第1配光検出部15aに入射するレーザ光は、P偏光される。一方、偏光ビームスプリッター18内で反射して、第2配光検出部15bに入射するレーザ光は、S偏光される。第1偏光板12aおよび偏光ビームスプリッター18は本発明における偏光手段に相当し、第1配光検出部15aおよび第2配光検出部15bは、本発明における配光検出手段に相当する。

【0049】第1配光検出部15aは、P偏光されたP偏光配光を検出する。第2配光検出部15bは、S偏光されたS偏光配光を検出する。

【0050】CPU21は、焦点14aの移動に伴って、第1配光検出部15aで逐次検出されるP偏光配光をP偏光検出配光データとして収集するとともに、第2配光検出部15bで逐次検出されるS偏光配光をS偏光検出配光データとして収集する。収集されたP偏光検出

12

配光データ群と、S偏光検出配光データ群とをメモリ22に記憶する。

【0051】例えば、メモリ22は、測定位置X1~Xnの各測定位置でのP偏光検出配光データと、S偏光検出配光データとの2つデータが、測定位置X1~Xnの各測定位置での検出配光データとして記憶する。

【0052】CPU21は、第1実施例におけるステップT1で理論配光データを求める場合に、P偏光されたレーザ光の配光を理論的に求めた理論P偏光検出配光データと、S偏光されたレーザ光の配光を理論的に求めた理論S偏光検出配光データとの2つのデータが含まれる理論配光データを求める。以下、第1実施例の検出配光データおよび理論配光データとして、基板100に形成されたパターンの形状を求める。

【0053】上述した第2実施例に係る形状測定装置では、P偏光された配光に基づくP偏光検出配光データと、S偏光された配光に基づくS偏光検出配光データとを検出配光データとしているので、これら全データに基づく検出配光データ群と、理論配光データ群との誤差量を求める際に、算出する誤差の要素が増えて、より適切な誤差量を求めることができる。

【0054】なお、上述した各実施例で検出された検出配光データおよび理論配光データ(図6、7参照)は、測定対象である基板100の材質、測定光の状態、基板周囲の雰囲気などによって、その配光曲線の形状が変化するものである。したがって、本実施例は単なる一例であって、本発明はこれに限定されるものではない。

【0055】この発明は以下のように変形実施することが可能である。

(1) 上述した第1実施例では、測定光をP偏光する場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、測定光をP偏光に垂直なS偏光する場合にも適用することができる。

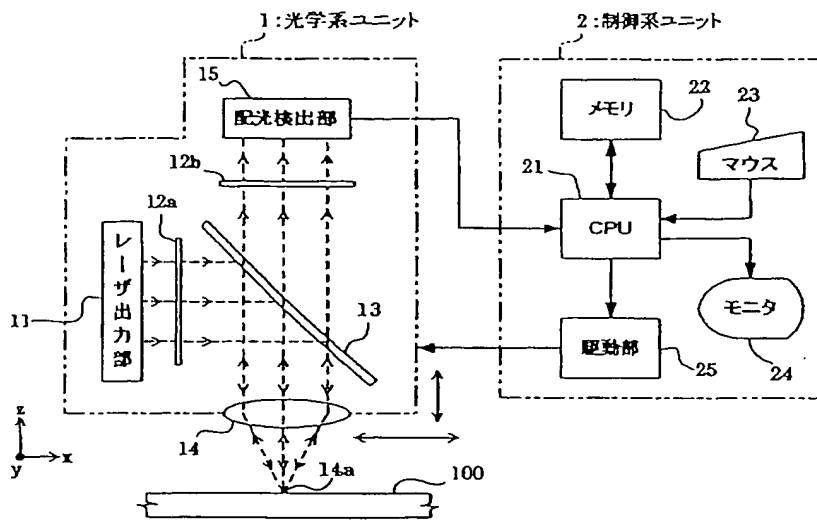
【0056】(2) 上述した各実施例では、基板100に形成されたパターンの断面形状について説明したが、測定光が集光される焦点14aを、基板100の全面で移動させることで、パターンの3次元形状を測定することもできる。

【0057】(3) 上述した各実施例では、基板100を単一素材として考えたが、例えば、初期設定(ステップS2)において2種類以上の素材から構成されるものを、モデル1~nとともに選択するようにしてもよい。

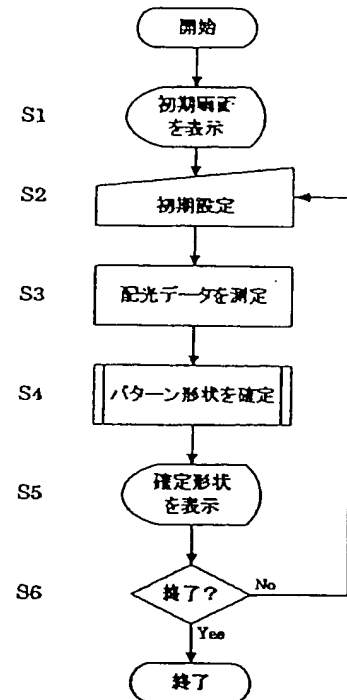
【0058】(4) 上述した各実施例では、測定光としてレーザ光を用いたが、測定光を出力する光源として、例えば、水銀灯、ハロゲンランプ、キセノンランプなどでもよい。但し、光学フィルタ等を用いて単色光とするのが好ましい。

【0059】(5) 上述した各実施例では、第1偏光板12aと、第2偏光板12bまたは偏光ビームスプリッター18を偏光手段として用いたが、例えば、単一の偏

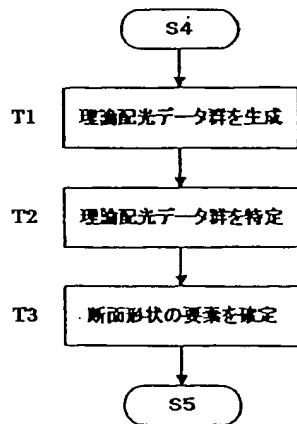
【図1】



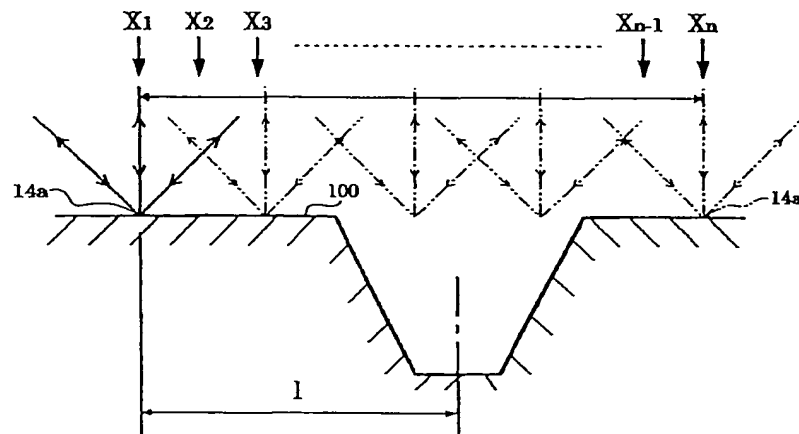
【図2】



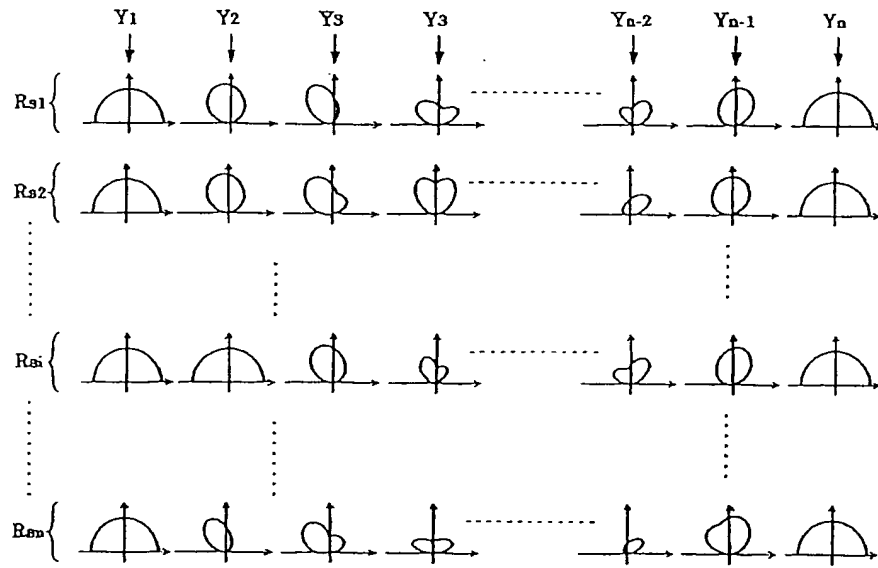
【図3】



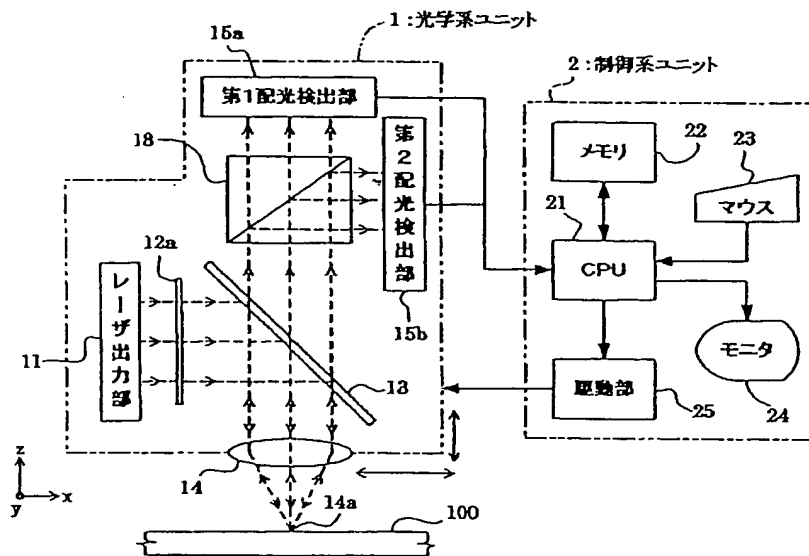
【図5】



【図7】



【図9】



**WEST**☐ Generate Collection

L4: Entry 199 of 251

File: DWPI

Jan 14, 2000

DERWENT-ACC-NO: 2000-150291

DERWENT-WEEK: 200014

COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Microscale shape cum pattern measuring over substrates - analyzes luminous intensity distributions from reflections of polarized laser light focussed onto pattern bearing substrate, against predetermined standard pattern related distributions

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

DAINIPPON SCREEN SEIZO KK

CODE

DNIS

PRIORITY-DATA: 1998JP-0176935 (June 24, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000009443 A	January 14, 2000		012	G01B011/24

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
JP2000009443A	June 24, 1998	1998JP-0176935	

INT-CL (IPC): G01 B 11/24; H01 L 21/66

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000009443A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Patterns over a substrate (100) receive polarized laser light focussed by objective lens (14) and beam splitter (13). Light distribution detector (15) picks up the reflected luminous flux whose intensity distribution is pattern-specific and is monitored by a controller (2). Comparative analysis using standard pattern distributions reveals details of deviations in sample patterns undergoing scrutiny.

USE - It finds application in the scrutiny of patterns over semiconductor wafers, LCD panels etc.

ADVANTAGE - It facilitates relatively more precise measurements through simpler components and structures that are less expensive to manufacture and assemble.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the schematic layout of the pattern making apparatus. (2) Control module; (13) Beam splitter; (14) Objective lens; (15) Light distribution detector; (100) Substrate.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10

TITLE-TERMS: SHAPE PATTERN MEASURE SUBSTRATE LUMINOUS INTENSITY DISTRIBUTE REFLECT LASER LIGHT FOCUS PATTERN BEARING SUBSTRATE PREDETERMINED STANDARD PATTERN RELATED DISTRIBUTE

DERWENT-CLASS: S02 U11 U14

EPI-CODES: S02-A03B3; S02-J04A3A; U11-F01B2; U14-K01A8;

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100093056.

[Patent Attorney]

[Name] Sugitani \*\*.

[Theme code (reference)]

2F065.

4M106.

[F term (reference)]

2F065 AA54 BB02 BB18 CC17 FF41 GG04 HH04 HH08 LL32 MM01 QQ24 QQ39 RR08.  
4M106 bus-available05 CA19 CA39 DB02 DB08 DB12 DB14 DJ17 DJ20 DJ21.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Summary.

---

(57) [Abstract]

[Technical problem] The configuration measuring method which can measure a detailed pattern correctly, and its equipment are offered.

[Means for Solution] The laser beam outputted from the laser output section 11 is condensed by focal 14a of the objective lens 14 set up on the substrate 100. The condensed laser beam is reflected near focal 14a. The luminous intensity distribution which are the luminous-intensity distributions to each direction in the space by this reflection are dependent on the configuration of a pattern. The luminous-intensity-distribution detecting element 15 detects these luminous intensity distribution. In case CPU21 moves so that focal 14a may cross the pattern formed in the substrate 100, it collects the detection luminous-intensity-distribution data constellations detected serially. It asks for the theoretical luminous-intensity-distribution data constellation most approximated to the collected detection luminous-intensity-distribution data constellation



CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The configuration measuring method which measures the configuration of the pattern formed on the substrate characterized by providing the following. Process which condenses the predetermined measuring beam outputted from the light source on the aforementioned substrate. Process in which the luminous intensity distribution which are the luminous-intensity distributions to each direction in space produced when the measuring beam by which condensing was carried out [ aforementioned ] reflects on the aforementioned substrate are detected. Process to which the measuring beam and the aforementioned substrate by which condensing was carried out [ aforementioned ] are relatively moved so that the aforementioned measuring beam may cross the aforementioned pattern. Process in which the detection luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the aforementioned luminous intensity distribution serially detected with the aforementioned movement is memorized, Process in which it asks for the criteria luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the aforementioned luminous intensity distribution called for from the pattern of a known configuration about each of the pattern of two or more known configurations, Process in which the configuration of process in which it asks for the criteria luminous-intensity-distribution data constellation approximated to the aforementioned detection luminous-intensity-distribution data constellation out of two or more aforementioned criteria luminous-intensity-distribution data constellations, and the pattern formed on the aforementioned substrate based on the known configuration of the pattern corresponding to the criteria luminous-intensity-distribution data constellation approximated to the aforementioned detection luminous-intensity-distribution data constellation is decided.

[Claim 2] The configuration measuring device characterized by providing the following. The light source which is the configuration measuring device which measures the configuration of the pattern formed on the substrate, and outputs a predetermined measuring beam. A condensing means to condense the measuring beam outputted from the aforementioned light source on the aforementioned substrate. A luminous-intensity-distribution detection means produced when the measuring beam condensed by the aforementioned condensing means reflects on the aforementioned substrate to detect the luminous intensity distribution which are the luminous-intensity distributions to each direction in space. The move means to which the measuring beam and the aforementioned substrate which were condensed by the aforementioned condensing means are relatively moved so that the aforementioned measuring beam may cross the aforementioned pattern, A storage means to memorize the detection luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the aforementioned luminous intensity distribution serially detected with the aforementioned luminous-intensity-distribution detection means with movement by the aforementioned move means, A criteria luminous-

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the configuration measuring method which measures the configuration of the pattern formed on substrates, such as a semiconductor wafer and a glass substrate for liquid crystal displays, and its equipment, and relates to the technology which can measure the configuration of a detailed pattern especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, there are for example, a KONFOKARU microscope, a laser beam microscope, a surface roughness meter, an optical level difference meter, etc. as a configuration measuring device which measures the configuration of the pattern formed on substrates, such as a semiconductor wafer and a glass substrate for liquid crystal displays. This conventional example explains the laser beam microscope shown in drawing 10. This laser beam microscope is equipped with the microscope unit 60 by which optical system is contained, the operation part 61 which performs data processing according to the output from the microscope unit 60, and the mechanical component 62 which drives the microscope unit 60 vertically and horizontally according to the result of an operation of operation part 61, and is constituted.

[0003] It is reflected by the one-way mirror 64, and incidence of the laser beam outputted from the laser output section 63 is carried out to the 1st objective lens 65. The 1st objective lens 65 condenses the laser beam which carried out incidence to focal 65a of the 1st objective lens 65. The tube lens 66 condenses the laser beam reflected on the substrate 69 through the 1st objective lens 65. Slit 67a of the slit board 67 is arranged in the position of focal 66a of the tube lens 66, and the laser beam which passed this slit 67a is received by the photo detector 68. A photo detector 68 carries out the output according to the light income of the laser beam which received light.

[0004] When measuring the configuration of the pattern currently formed on the substrate 69, focal 65a of the 1st objective lens 65 is made to scan on a substrate 69. If the pattern front face on a substrate 69 and focal 65a shift at this time, the light income of the laser beam which a laser beam is no longer condensed in the position of slit 67a of the slit board 67, and is received by the photo detector 68 will fall. Then, operation part 61 moves the microscope unit 60 in the perpendicular direction (the direction of z) by the mechanical component 62, and it is controlled so that the light income of the laser beam received by the photo detector 68 becomes the maximum. By calculating the movement magnitude of the perpendicular direction of the microscope unit 60 at this time, the height of the pattern formed on the substrate 69 can be found. Moreover, it can ask also for the width of face of a pattern by moving the microscope unit 60 horizontally (the direction of X, or the direction of Y). Therefore, the configuration of the pattern formed on the substrate 69 can be measured by moving the microscope unit 60 on a substrate 69.

when the measuring beam by which condensing was carried out [ aforementioned ] reflects on the aforementioned substrate are detected, The process to which the measuring beam and the aforementioned substrate by which condensing was carried out [ aforementioned ] are relatively moved so that the aforementioned measuring beam may cross the aforementioned pattern, Process in which the detection luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the aforementioned luminous intensity distribution serially detected with the aforementioned movement is memorized, Process in which it asks for the criteria luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the aforementioned luminous intensity distribution called for from the pattern of a known configuration about each of the pattern of two or more known configurations, Process in which it asks for the criteria luminous-intensity-distribution data constellation approximated to the aforementioned detection luminous-intensity-distribution data constellation out of two or more aforementioned criteria luminous-intensity-distribution data constellations, It is characterized by having process in which the configuration of the pattern formed on the aforementioned substrate is decided, based on the known configuration of the pattern corresponding to the criteria luminous-intensity-distribution data constellation approximated to the aforementioned detection luminous-intensity-distribution data constellation.

[0010] The light source which invention according to claim 2 is a configuration measuring device which measures the configuration of the pattern formed on the substrate, and outputs a predetermined measuring beam, A condensing means to condense the measuring beam outputted from the aforementioned light source on the aforementioned substrate, A luminous-intensity-distribution detection means produced when the measuring beam condensed by the aforementioned condensing means reflects on the aforementioned substrate to detect the luminous intensity distribution which are the luminous-intensity distributions to each direction in space, The move means to which the measuring beam and the aforementioned substrate which were condensed by the aforementioned condensing means are relatively moved so that the aforementioned measuring beam may cross the aforementioned pattern, A storage means to memorize the detection luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the aforementioned luminous intensity distribution serially detected with the aforementioned luminous-intensity-distribution detection means with movement by the aforementioned move means, A criteria luminous-intensity-distribution acquisition means to ask for the criteria luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the aforementioned luminous intensity distribution called for from the pattern of a known configuration about each of the pattern of two or more known configurations, An approximation data operation means to ask for the criteria luminous-intensity-distribution data approximated to the detection luminous-intensity-distribution data constellation memorized by the aforementioned storage means out of two or more criteria luminous-intensity-distribution data constellations called for with the

detected with a luminous-intensity-distribution detection means is memorized for a storage means. A criteria luminous-intensity-distribution acquisition means asks for the criteria luminous-intensity-distribution data constellation which is a set of the luminous intensity distribution called for about the pattern of a known configuration about the pattern of two or more known configurations, respectively. An approximation data operation means asks for the criteria luminous-intensity-distribution data constellation approximated to a detection luminous-intensity-distribution data constellation out of two or more criteria luminous-intensity-distribution data constellations called for with the criteria luminous-intensity-distribution acquisition means. A definite means decides the configuration of the pattern formed on the substrate based on the configuration of the pattern corresponding to this criteria luminous-intensity-distribution data. [0015] According to invention according to claim 3, the polarization means which it has in the middle of the optical path from the light source to a luminous-intensity-distribution detection means polarizes the measuring beam sent from the light source. A luminous-intensity-distribution detection means detects the luminous intensity distribution based on the measuring beam which polarized.

[0016] According to invention according to claim 4, a luminous-intensity-distribution detection means detects S polarization luminous intensity distribution based on the measuring beam of which S polarization was done while detecting P polarization luminous intensity distribution based on the measuring beam whose P polarization was done by the polarization means.

[0017]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing.

The configuration measuring device concerning the 1st example of the <1st example> this invention is shown in drawing 1 . This configuration measuring device equips the detailed pattern formed on the substrates 100, such as a semiconductor wafer and a glass-substrate metallurgy group substrate, with the optical-system unit 1 which irradiates a predetermined measuring beam, and the control-system unit 2 which controls the optical-system unit 1, and is constituted.

[0018] The optical-system unit 1 is equipped with the laser output section 11 which outputs the laser beam which is a predetermined measuring beam. This laser output section 11 is equivalent to the light source in this invention. 1st polarizing plate 12a which countered this laser output section 11 and was arranged considers the laser beam (a chain-line arrow shows among drawing 1 ) outputted from the laser output section 11 for example, as P polarization.

[0019] A one-way mirror 13 turns caudad a part of laser beam of which passed 1st polarizing plate 12a and P polarization was done, and reflects. Incidence of the laser beam reflected by the one-way mirror 13 is carried out to an objective lens 14. This objective lens 14 is equivalent to the condensing means in this invention. The objective lens 14 is arranged so that the focal

the detailed pattern is measured is explained.

[0024] Step S1 (an initial screen is displayed)

If a configuration measuring device is started, CPU21 will make the optical-system unit 1 an initial state while displaying the initial screen 40 as shown in drawing 4 (a) on a monitor 24. The calibration instruction 41 which is a predetermined instruction for making CPU21 perform processing [ which an operator wishes ], the configuration setting instruction 42, and the measurement start instruction 43 are displayed on the initial screen 40. Furthermore, the mouse cursor 5 for directing each instructions 41-43 doubles, and is displayed on the initial screen 40. A mouse cursor 5 is clicking the button with which a mouse's 23 is equipped and which is not illustrated, and directs the predetermined instruction of the portion which the mouse cursor 5 piled up while it is interlocked with the movement of a mouse 23 and moves in a screen top.

[0025] Step S2 (initial setting)

An operator lays the substrate for calibrations on the installation base which a configuration measuring device does not illustrate. Furthermore, an operator moves a mouse cursor 5, observing an initial screen 40, and directs the calibration instruction 41. If the calibration instruction 41 is directed, CPU21 will output a laser beam from the laser output section 11, and will detect the luminous intensity distribution of the laser beam obtained by reflecting by the substrate for calibrations. These detected luminous intensity distributions are collected as detection luminous-intensity-distribution data for proofreading, and it proofreads based on this detection luminous-intensity-distribution data for proofreading.

[0026] An operator directs the model setting instruction 42 of an initial screen 40, in order to choose the model equivalent to the configuration of the pattern formed in a substrate 100 (refer to drawing 4 (a)). \*\* [ directions of the model setting instruction 42 / display / the model setting screen 45 shown in drawing 4 (b) / CPU21 / on a monitor 24 ]

[0027] A model 1 - n are displayed on the model setting screen 45. It is equivalent to the cross-section configuration of the detailed pattern presumed that a model 1 - n were formed in the substrate 100 at the photolithography process etc. On the model setting screen 45 of drawing 4 (b), although only models 1-4 are displayed, by moving a scroll bar 46 up and down by the mouse cursor 5, the display in the model setting screen 45 can be made to be able to scroll in the vertical direction, and the model of either the model 1 or - n can be displayed on the model setting screen 45.

[0028] For example, it is shown that the model 1 displayed on the model setting screen 45 is a cross-section configuration in which the pattern formed on the substrate 100 has the level difference of an angle  $t$  and height  $h$ . Moreover, it is shown that models 3 are width of face  $w$ , depth  $h$ , and the cross-section configuration of the quirk of an angle  $t$ . Furthermore, it is shown that models 4 are width of face  $w$ , height  $h$ , and the cross-section configuration of the convex

intensity distribution curve is a curve which showed the luminous-intensity distribution to each direction in space as a function of a direction focusing on focal 14a of the laser beam reflected by focal 14a, and is expressed with the polar coordinate which makes focal 14a a zero. Hereafter, the detection luminous-intensity-distribution data collected by memory 22 are explained as a luminous intensity distribution curve expressed with the polar coordinate. In addition, a luminous intensity distribution curve can also express the luminous-intensity distribution caught by the whole others and luminous-intensity-distribution detecting element 15 although expressed with the polar coordinate mentioned above with the system of coordinates which make a horizontal axis correspond to the luminous intensity detected by each of that photo detector in a vertical axis in the position of each photo detector.

[0034] For example, the luminous intensity distribution curve 60 based on the detection luminous-intensity-distribution data in a measuring point X1 shown in drawing 6 is carrying out the semicircle mostly. This shows that it is the mere flat surface which does not have a concavo-convex pattern on the substrate 100 with focal 14a. Moreover, a measuring point X3 is a position where focal 14a approaches a pattern. According to the configuration of the pattern formed on the substrate 100, and the position of focal 14a, the luminous intensity distribution curve 61 is deforming the luminous intensity distribution curve 61 (refer to drawing 6) reflected and produced near [ in this measuring point X3 ] focal 14a. Moreover, in the luminous intensity distribution curve in measuring-point X3-Xn-1, according to the configuration of a pattern, and a position with focal 14a, the form of the luminous intensity distribution curve is changing similarly. Furthermore, in the measuring point Xn, since focal 14a is moving onto a mere flat surface, the luminous intensity distribution curve 62 is carrying out the semicircle mostly like the measuring point X1.

[0035] Step S4 (a pattern configuration is decided)

It explains referring to Steps T1-T3 which show the processing performed by step S4 to drawing 3.

[0036] Step T1 (a theoretical luminous-intensity-distribution data constellation is generated) CPU21 gives each of the element (width of face w, depth h, an angle t) for specifying the model 3 directed at Step S2 a predetermined value. For example, = (0.01 to 0.50, 0.01 to 0.50, 90-180) (width of face w, depth h, an angle t) is given, respectively. The model 3 of two or more kinds of quirks is decided by this. That is, the model 3 of two or more kinds of quirks with which width of face w and depth h differ from an angle t, respectively is decided by changing the width of face w of a model 3 to 0.01-0.50 micrometers in 0.01-micrometer pitch, changing depth h to 0.01-0.50 micrometers in 0.01-micrometer pitch, and changing an angle t to 90-180 degrees in 1-degree pitch. Step T1 is equivalent to the function of the criteria luminous-intensity-distribution acquisition means in this invention.

[0037] Specifically, CPU21 first determines the model 3 of the cross-section configuration

intensity-distribution data in the virtual measuring points  $Y_2$ - $Y_n$ . The amount of errors is computed by asking for total of each error computed here. This amount of errors is computed also about each theoretical luminous-intensity-distribution data constellations  $Rs_1$ - $R_{sn}$ . [0042] CPU21 computes the amount of errors of each theoretical luminous-intensity-distribution data constellations  $Rs_1$ - $R_{sn}$ , and the theoretical luminous-intensity-distribution data constellation  $R_{si}$  from which the amount of errors becomes the minimum value is specified (refer to drawing 7 ). In addition, detection luminous-intensity-distribution data constellation  $R_r$  When the measuring point  $X_1$  has shifted to the virtual measuring point  $Y_1$  of a theoretical luminous-intensity-distribution data constellation, the amount of errors may be unable to be calculated correctly. In this case, detection luminous-intensity-distribution data constellation  $R_r$  The measuring points  $X_1$ - $X_n$  of each detection luminous-intensity-distribution data are shifted suitably, and it is this shifted detection luminous-intensity-distribution data constellation  $R_r$ . The amount of errors is calculated among the theoretical luminous-intensity-distribution data  $Rs_1$ - $R_{sn}$ , and it asks for the theoretical luminous-intensity-distribution data constellation  $R_{si}$  from which the amount of errors serves as the minimum.

[0043] Step T3 (the element of a cross-section configuration is decided)

CPU21 grasps element (width-of-face  $w$ , height  $h$ , angle  $t$ ) = ( $w_i$ ,  $h_i$ ,  $t_i$ ) of the model 3 of the cross-section configuration based on the theoretical luminous-intensity-distribution data constellation  $R_{si}$ . Furthermore, CPU21 is the theoretical luminous-intensity-distribution data constellation  $R_{si}$  and the detection luminous-intensity-distribution data constellation  $R_r$ . It responds to the amount of errors. (( $t$ ) Width of face  $w$ , height  $h$ , an angle) the element (width of face  $w$  --) of the model 3 of the cross-section configuration based on theoretical luminous-intensity-distribution data constellation  $R_{si+1}$  for = ( $w_i$ ,  $h_i$ ,  $t_i$ ) It interpolates with each value of height  $h$ , angle  $t$  = ( $w_{i+1}$ ,  $h_{i+1}$ ,  $t_{i+1}$ ), or element (width-of-face  $w$ , height  $h$ , angle  $t$ ) = ( $w_{i-1}$ ,  $h_{i-1}$ ,  $t_{i-1}$ ) of the model 3 of the cross-section configuration based on theoretical luminous-intensity-distribution data constellation  $R_{si-1}$ . Finally this interpolated element (width-of-face  $w$ , height  $h$ , angle  $t$ ) = ( $w_l$ ,  $h_l$ ,  $t_l$ ) is decided as an element of a model 3. Step T3 is equivalent to the function of the definite means in this invention.

[0044] Step S5 (a definite configuration is displayed)

CPU21 displays the measurement result screen 80 shown in drawing 8 on a monitor 24. The cross-section configuration specified by element (width-of-face  $w$ , height  $h$ , angle  $t$ ) = ( $w_l$ ,  $h_l$ ,  $t_l$ ) of a model 3 and the values  $w_l$ ,  $h_l$ , and  $t_l$  of each element are displayed on this measurement result initial screen 80, respectively. An operator is observing the measurement result screen 80, and grasps the cross-section configuration of the detailed pattern formed in the substrate 100.

[0045] Step S6 (end ?)

Furthermore, in measuring the cross-section configuration of other patterns, it carries out by

which S polarization was done.

[0050] CPU21 collects S polarization luminous intensity distributions serially detected by 2nd luminous-intensity-distribution detecting-element 15b as S polarization detection luminous-intensity-distribution data while collecting P polarization luminous intensity distributions serially detected by 1st luminous-intensity-distribution detecting-element 15a as P polarization detection luminous-intensity-distribution data with movement of focal 14a. Collected P polarization detection luminous-intensity-distribution data constellation and S polarization detection luminous-intensity-distribution data constellation are memorized in memory 22.

[0051] For example, 2 data of P polarization detection luminous-intensity-distribution data in each measuring point of measuring points X1-Xn and S polarization detection luminous-intensity-distribution data memorize memory 22 as detection luminous-intensity-distribution data in each measuring point of measuring points X1-Xn.

[0052] CPU21 asks for the theoretical luminous-intensity-distribution data with which two data of the theoretical P polarization detection luminous-intensity-distribution data which asked for the luminous intensity distribution of the laser beam of which P polarization was done theoretically, and the theoretical S polarization detection luminous-intensity-distribution data which asked for the luminous intensity distribution of the laser beam of which S polarization was done theoretically are contained, when asking for theoretical luminous-intensity-distribution data at Step T1 in the 1st example. Hereafter, the configuration of the pattern formed in the substrate 100 is searched for as the detection luminous-intensity-distribution data and theoretical luminous-intensity-distribution data of the 1st example.

[0053] In the configuration measuring device concerning the 2nd example mentioned above, since P polarization detection luminous-intensity-distribution data based on the luminous intensity distribution of which P polarization was done, and S polarization detection luminous-intensity-distribution data based on the luminous intensity distribution of which S polarization was done are used as detection luminous-intensity-distribution data, in case the amount of errors of the detection luminous-intensity-distribution data constellation based on these all data and a theoretical luminous-intensity-distribution data constellation is calculated, the elements of the error to compute can increase in number and the more suitable amount of errors can be calculated.

[0054] In addition, the configuration of the luminous intensity distribution curve changes with the quality of the material of the substrate 100 whose detection luminous-intensity-distribution data and theoretical luminous-intensity-distribution data ( drawing 6 , seven references) which were detected in each example mentioned above are the measuring object, the state of a measuring beam, the atmosphere of the circumference of a substrate, etc. Therefore, this example is a mere example and this invention is not limited to this.

[0055] This invention can carry out deformation implementation as follows.



[Effect of the Invention] Since the configuration of the pattern formed on the substrate is measured based on the luminous intensity distribution which are the luminous-intensity distributions to each direction in the space for which the measuring beam condensed on the substrate reflects and it depends on the configuration of a pattern according to invention according to claim 1 so that clearly from the above explanation, the configuration of a pattern can measure the configuration of the pattern correctly, when not large enough compared with the wavelength of a measuring beam.

[0065] Since according to invention according to claim 2 composition of equipment can be simplified compared with the former while being able to carry out method invention according to claim 1 suitably, equipment can be manufactured cheaply.

[0066] Since the luminous intensity distribution based on the measuring beam which polarized by the polarization means are detected with the luminous-intensity-distribution detection means according to invention according to claim 3, the configuration of the pattern formed on the substrate can be measured more to accuracy.

[0067] Since both P polarization luminous intensity distribution based on the measuring beam of which P polarization was done, and S polarization luminous intensity distribution based on the measuring beam of which S polarization was done are detected according to invention according to claim 4, the configuration of the pattern formed on the substrate can be measured more to accuracy.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration measuring device concerning the 1st example.

[Drawing 2] It is the flow chart which shows the flow of the processing performed by the

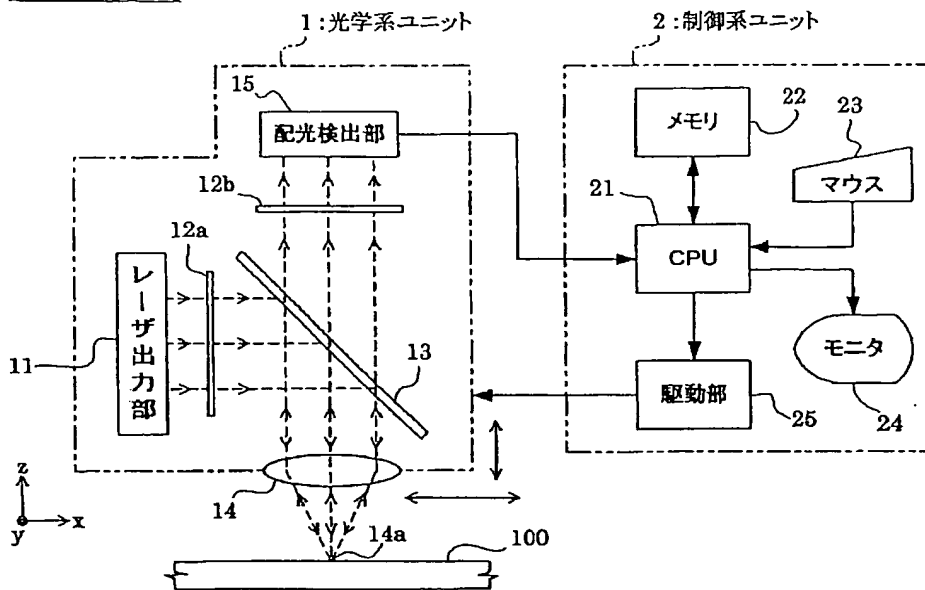
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

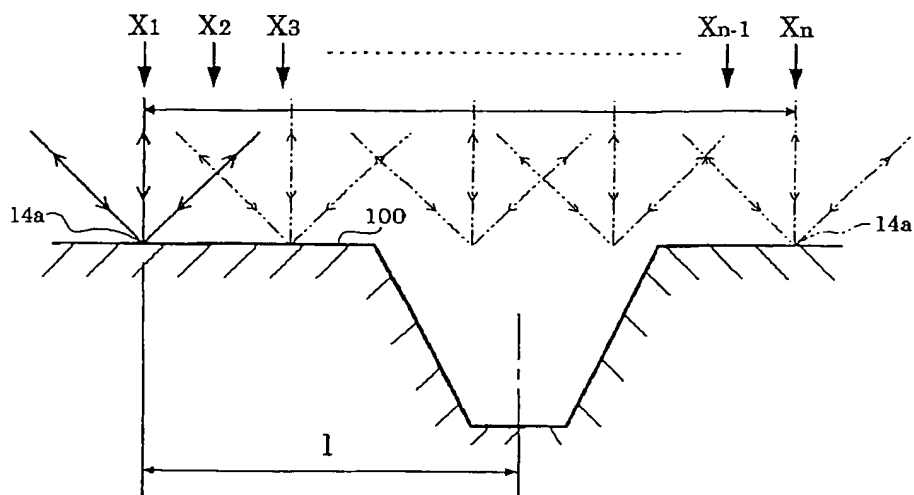
## DRAWINGS

---

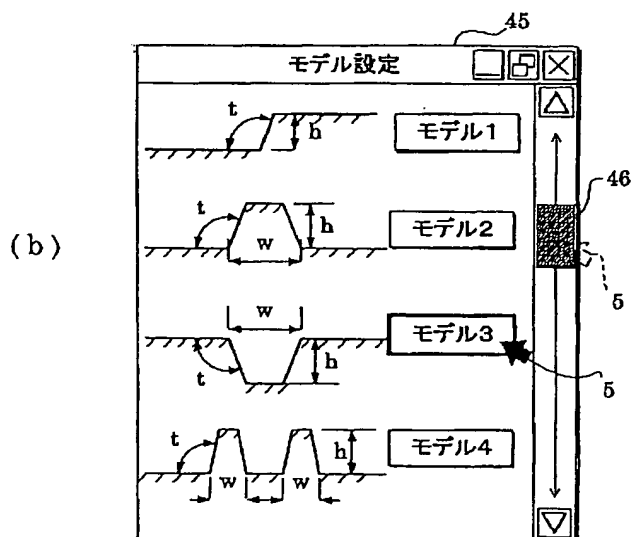
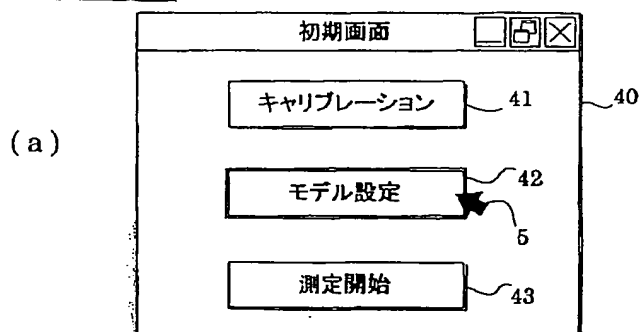
[Drawing 1]



[Drawing 2]

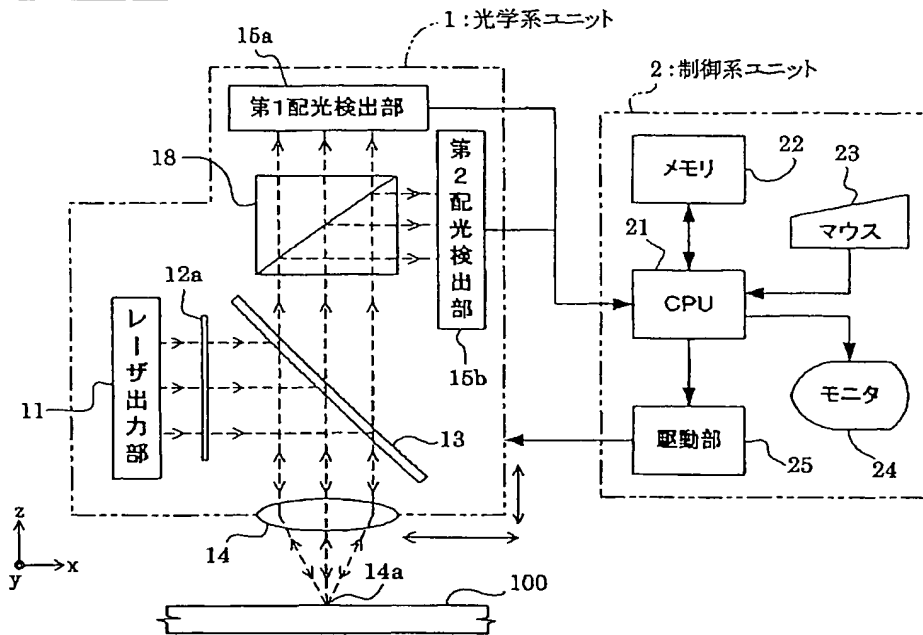


[Drawing 4]

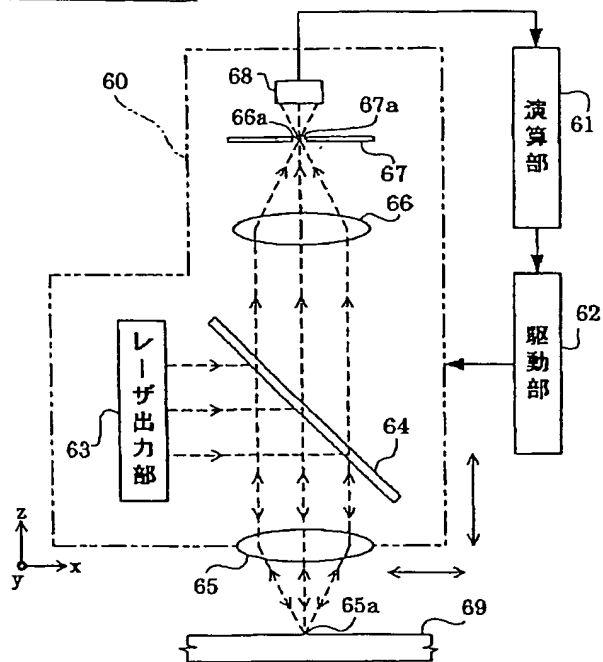


[Drawing 6]

[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]